COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 FÉVRIER 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les objections faites à l'interprétation des expériences de M.* Wiener. Note de M. A. Cornu.

« Dans l'exposé succinct du Mémoire de M. Wiener (p. 186), je regrette d'avoir, pour abréger, omis une expérience, en apparence secondaire, qui répond précisément aux objections que notre Confrère, M. Poincaré, a exprimées dans la dernière séance (p. 325) sur la rigueur des conclusions qu'on doit tirer des résultats expérimentaux de M. Wiener. L'importance de cette expérience ressort d'une Note que M. Potier m'a prié de présenter à l'Académie et qu'on lira plus loin ([1]).

» Comme introduction à cette Note et aux considérations mathématiques qu'elle renferme, il paraît utile de bien préciser le caractère géné-

([1]) Voir à la Correspondance, p. 383.

ral des objections qu'on peut opposer à l'interprétation de l'expérience principale de M. Wiener, en les dégageant de la forme purement analytique sous laquelle notre savant Confrère les a présentées. Je demande donc à l'Académie la permission de développer brièvement dans le langage des physiciens les arguments implicitement contenus dans l'Analyse de M. Poincaré : j'espère que la présente Note et celle de M. Potier feront évanouir dans l'esprit de notre Confrère les doutes qui pouvaient encore subsister sur la direction des vibrations dans la lumière polarisée.

» Dans l'étude des équations différentielles qui régissent la propagation d'une onde plane à vibration transversale, dans un milieu indéfini, on trouve deux grandeurs, également assimilables à la vibration lumineuse des physiciens : l'une est le *déplacement rectiligne* ou *vibration* d'un point du milieu; l'autre est *la ligne représentative du glissement relatif* de deux ondes infiniment voisines [1] : toutes deux sont dans le plan de l'onde et sont perpendiculaires entre elles.

---

[1] Les trois équations différentielles se ramènent à la forme (voir la *Théorie mathématique de la lumière,* Leçons professées par M. Poincaré, p. 56, 336 et 339)

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} = \frac{d^2\xi}{dx^2} + \frac{d^2\xi}{dy^2} + \frac{d^2\xi}{dz^2} - \frac{d}{dx}\left(\frac{d\xi}{dx} + \frac{d\eta}{dy} + \frac{d\zeta}{dz}\right),$$

dans lesquelles ξ, η, ζ sont les trois composantes du déplacement vibratoire U situé dans le plan de l'onde dont la normale a pour cosinus directeurs α, β, γ,

$$U^2 = \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2, \qquad \alpha\xi + \beta\eta + \gamma\zeta = 0;$$

ce déplacement reste le même en grandeur et en direction sur le plan d'onde mobile

$$\alpha x + \beta y + \gamma z - p - Vt = 0;$$

d'où

$$\xi = \varphi_1(\alpha x + \beta y + \gamma z - p - Vt), \qquad \eta = \varphi_2, \quad \ldots, \qquad \zeta = \varphi_3, \quad \ldots.$$

φ_1, φ_2, φ_3 étant trois fonctions qu'on laisse ici arbitraires, mais qui se réduisent, en Optique, à des sinus ou cosinus.

U constitue le premier vecteur; le second vecteur G a pour composantes parallèles aux axes

$$\left(\frac{d\zeta}{dy} - \frac{d\eta}{dz}\right), \quad \left(\frac{d\xi}{dz} - \frac{d\zeta}{dx}\right), \quad \left(\frac{d\eta}{dz} - \frac{d\xi}{dy}\right);$$

il est dirigé dans le plan de l'onde normalement au déplacement, de sorte qu'en appelant α', β', γ' ses cosinus directeurs on a

$$\alpha\alpha' + \beta\beta' + \gamma\gamma' = 0, \qquad \alpha'\xi + \beta'\eta + \gamma'\zeta = 0.$$

Ce vecteur qui, en général, représente en grandeur et en direction l'axe de rota-

» Ces deux *grandeurs dirigées* (vecteurs) varient périodiquement avec le temps, mais non d'une manière concomitante, quoique leurs amplitudes soient proportionnelles; l'une est maximum quand l'autre est nulle, et réciproquement. Il existe donc entre elles une relation analogue à celle qui lie le déplacement d'une tranche à sa compression dans la propagation d'un ébranlement le long d'un tuyau indéfini.

» L'intensité lumineuse ou l'énergie transmise par unité de surface est

---

tion de l'élément $dx\,dy\,dz$ pendant son déplacement, mesure *dans le cas particulier de l'onde plane* en régime permanent, le glissement relatif de deux plans d'onde infiniment voisins, qui, à une époque donnée ($t =$ const.), sont distants de l'origine de p et $p + dp$. C'est ce qu'on vérifie aisément en calculant $\frac{dU}{dp}$ qui est évidemment l'expression de ce glissement : il suffit pour cela de différentier U par rapport à p,

$$\frac{\partial U}{\partial p} = \frac{\xi}{U}\frac{\partial \xi}{\partial p} + \frac{\eta}{U}\frac{\partial \eta}{\partial p} + \frac{\zeta}{U}\frac{\partial \zeta}{\partial p},$$

et de remplacer les termes du second membre par leurs expressions en fonction des dérivées de ξ, η, ζ par rapport aux coordonnées; ξ, η, ζ et U sont donnés par

$$\frac{\xi}{\beta\gamma' - \gamma\beta'} = \frac{\eta}{\gamma\alpha' - \alpha\gamma'} = \frac{\zeta}{\zeta\beta' - \beta\zeta'} = \frac{U}{1}.$$

En différentiant les valeurs $\xi = \varphi_1, \ldots$, on a les équations symétriques de la forme

$$-\frac{d\xi}{dp} = \frac{1}{\alpha}\frac{d\xi}{dx} = \frac{1}{\beta}\frac{d\xi}{dy} = \frac{1}{\gamma}\frac{d\xi}{dz},$$

où l'on trouve les valeurs des dérivées qui permettent d'éliminer en même temps α, β, γ.

Il reste finalement pour la valeur du glissement relatif

$$\frac{dU}{dp} = \alpha'\left(\frac{d\zeta}{dy} - \frac{d\eta}{dz}\right) + \beta'\left(\frac{d\xi}{dz} - \frac{d\zeta}{dx}\right) + \gamma'\left(\frac{d\eta}{dx} - \frac{d\xi}{dy}\right).$$

C'est bien, comme on le voit, la somme des trois projections du vecteur G sur la direction α', β', γ'; par conséquent le vecteur G défini plus haut est bien la mesure du glissement relatif. Ce glissement étant, comme on le voit aisément, un cas particulier d'un mouvement de rotation, on s'explique pourquoi sa ligne représentative est à angle droit du déplacement qui l'occasionne.

Nota. — Il ne faut pas confondre ce glissement relatif avec la variation angulaire de l'angle droit des faces de l'élément $dx\,dy\,dz$ qui est représentée pour chaque face par la somme des dérivées et non par leur différence, variation nommée aussi *glissement* par de Saint-Venant dans la théorie de l'élasticité.

représentée par le carré de l'amplitude de l'une aussi bien que de l'autre.

» Dans les ondes à vibrations longitudinales et *stationnaires* (c'est-à-dire formées par la superposition de deux ondes identiques se propageant en sens inverse), on sait que les déplacements vibratoires s'annulent périodiquement dans l'espace, suivant des plans parallèles (nœuds) et sont maxima aux plans intermédiaires (ventres). Au contraire, l'amplitude des compressions s'annule aux ventres et est maximum aux nœuds.

» Dans les ondes stationnaires à vibrations transversales les deux éléments analogues, déplacement vibratoire et glissement relatif, se retrouvent : aux nœuds, ou points de déplacement nul, l'amplitude du glissement atteint son maximum, et inversement aux ventres, où l'amplitude du déplacement est maximum, le glissement est constamment nul.

» Ainsi, au point de vue analytique, la *symétrie alternée* de ces deux grandeurs, dirigées rectangulairement dans le plan d'onde, est complète.

» Au point de vue physique, le rayon lumineux polarisé a été assimilé par Fresnel à une onde plane à vibration transversale; l'identification des deux points de vue comporte donc une indétermination : c'est celle qui est signalée dans la dernière Note de M. Poincaré comme dans ses Leçons de Physique mathématique.

» La question est donc de savoir si c'est le déplacement qui est perpendiculaire au plan de polarisation ou si c'est l'axe de glissement.

» La mémorable expérience de Fresnel et Arago laisse la question indécise : en effet, lorsque deux ondes se coupent sous un angle très aigu, les deux déplacements comme les deux axes de glissement sont affectés de la même manière par la différence de phase; on peut dire *qu'ils interfèrent tous deux en même temps* si les directions de même nom sont parallèles, ou que tous deux *sont sans action mutuelle apparente* si elles sont perpendiculaires; l'intensité lumineuse, quelle que soit la définition théorique que l'on adopte (énergie potentielle, cinétique ou totale), offre les mêmes variations.

» Mais lorsque les ondes se coupent à angle droit, les choses se passent différemment pour les déplacements d'une part et pour les axes de glissement de l'autre. Si les deux déplacements vibratoires sont parallèles, les axes de glissement sont perpendiculaires et inversement. Donc, si les vibrations *interfèrent*, les glissements relatifs conservent une valeur moyenne constante au même point de l'espace; inversement, si les axes de glisse-

ment sont parallèles, les vibrations sont perpendiculaires entre elles; il n'y a donc pas interférence pour les déplacements, mais les glissements ont une amplitude variable avec la différence de phase; il y a donc pour eux interférence.

» Telle est la traduction en langage ordinaire de l'Analyse de M. Poincaré; jusqu'ici nous sommes complètement d'accord. Voici maintenant où les doutes de l'analyste se manifestent :

» Existe-t-il un moyen de distinguer dans le phénomène optique celle des deux grandeurs, déplacement ou glissement, qui conserve une intensité constante, de celle dont l'amplitude est variable?

» Cela est douteux, répond M. Poincaré, car c'est l'action photochimique qui sert à explorer l'espace où se croisent les ondes et l'on ne sait pas *a priori* quelle est la cause déterminant la décomposition chimique : si c'est le déplacement vibratoire (énergie cinétique) qui la produit, comme le pensent les physiciens, l'expérience est en faveur de Fresnel; mais si, au contraire, ce sont les forces de glissement (énergie potentielle), la question sera tranchée en faveur de Mac Cullagh et Neumann.

» Et bien, le doute n'existe pas : sans recourir à des spéculations sur le mécanisme encore si obscur de l'action photographique et en se bornant à des considérations mécaniques familières à tous les physiciens, on peut dans l'analyse des expériences de M. Wiener trouver la solution du problème.

» Il existe, en effet, un phénomène où l'on connaît *a priori* la grandeur relative du déplacement vibratoire; il correspond à un cas sur lequel les principes de Fresnel et de Neumann conduisent à des conséquences identiques : c'est celui d'un corps doué d'un pouvoir réfléchissant égal à 1, corps idéal, il est vrai, mais que l'argent poli représente d'une façon très approchée; dans ce cas particulier, sous l'incidence normale le mouvement transmis au métal étant rigoureusement nul, la vibration réfléchie est égale et de signe contraire à la vibration incidente : c'est l'analogie complète avec le fond du tuyau fermé (voir la Note de M. Potier).

» L'onde stationnaire, formée par la superposition de l'onde incidente et de l'onde réfléchie, doit donc présenter un plan nodal sur la surface réfléchissante, plan qui est l'origine de la série des plans nodaux se succédant à une demi-longueur d'onde d'intervalle au-dessus de la surface. Quant aux glissements, ils s'ajoutent, comme les compressions au fond d'un tuyau fermé, et leur amplitude est maximum au plan nodal.

» Or M. Wiener a effectué cette expérience ([1]) : adoptant le dispositif ordinaire des anneaux colorés sous l'incidence normale, il s'assure que les surfaces réfléchissantes sont bien en contact par la loi de succession des diamètres des anneaux ; comme la surface plane qui livre passage à l'onde incidente en même temps qu'à l'onde réfléchie est enduite de la pellicule photographique, l'action de la lumière détermine, sous forme d'anneaux concentriques, la trace d'une série de plans distants d'une demi-longueur d'onde. L'observation montre qu'au centre l'impression photographique est nulle : il n'y a donc aucune action photographique au point où les deux théories s'accordent pour affirmer l'existence d'un nœud.

» Il en résulte que la plaque photographique est affectée exclusivement par les déplacements vibratoires, c'est-à-dire par l'énergie cinétique du milieu vibrant, et non par les forces correspondant aux glissements relatifs ou par l'énergie potentielle de ce milieu.

» L'interprétation des expériences de M. Wiener ne comporte donc aucune ambiguïté, et la vibration est bien, comme l'indique la théorie de Fresnel, perpendiculaire au plan de polarisation.

» Quant à l'indétermination essentielle existant entre les deux vecteurs considérés dans un même milieu, on verra par la Note de M. Potier qu'elle disparaît lorsqu'on connaît les conditions réelles relatives au changement de milieu. »

GÉODÉSIE. — *Histoire de l'appareil Ibañez-Brunner.*
Note de M. **Rod. Wolf.**

« En rappelant à l'Académie, dans sa séance du 2 février, les services importants que le général Ibañez a rendus à la Géodésie moderne, M. Bertrand a touché à l'histoire de l'appareil Ibañez-Brunner, et cela m'engage à compléter cette histoire.

» L'idée fondamentale de cet appareil ingénieux consiste dans la substitution du contact optique au contact réel, et cette idée a déjà été réalisée dans l'appareil dont Tralles, alors professeur de Mathématiques à

([1]) C'est, il est vrai, avec une surface de verre et non une surface d'argent que l'expérience a été faite ; mais on sait, depuis Arago, que le caractère de la réflexion est le même dans les deux cas (anneau central obscur).

Berne, et son élève Hassler, plus tard superintendent of the coast survey, se sont servis, en 1797, pour mesurer la base d'Aarberg en Suisse; car, après avoir décrit, dans ses *Papers on various subjects* (Philadelphia, 1824), un appareil construit sur le principe du contact optique, Hassler ajoute (p. 56) le passage suivant :

» I shall howewer insert a few remarks, which occurred to me in Switzerland, when me assring with M. Tralles, in 1791 and 1797, a base line of about 42000 feet in lenght, and upon which the triangulation was founded. This base was measured twice : first, with a chain similar to that made by Ramsden for the english survey, and secondly *with an apparatus of four toise bars, some what similar to that above descrived.*

» Deux ans après la mesure de la base d'Aarberg, en 1799, Tralles représentait l'Helvétie dans la Commission internationale rassemblée à Paris pour fixer la longueur définitive du Mètre, et il est très probable qu'il communiqua alors à ses Confrères la méthode employée par lui; mais sa priorité ne dépend pas de cela : elle est suffisamment établie par le passage ci-dessus.

» Le résultat obtenu par Tralles et Hassler en 1797 a été vérifié d'abord par les ingénieurs français, en déduisant la base d'Aarberg de celle d'Ensisheim, puis en 1834 par une nouvelle mesure exécutée par l'ingénieur Eschmann (assisté par Wild et moi) avec l'appareil Schumacher-Horner, et encore en 1880 par le général Ibañez lui-même, lorsqu'il eut l'obligeance de se transporter avec ses officiers en Suisse, pour initier le colonel Dumur et ses collaborateurs au maniement de son appareil, que l'Espagne nous cédait gracieusement pour nos opérations. Le résultat de chacune de ces vérifications si différentes s'accorda de si près avec celui de 1797, que l'on ne peut trop louer l'habileté de Tralles et de Hassler. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la statistique solaire de l'année* 1890. Note de M. **Rod. Wolf.**

« Des observations solaires faites à l'observatoire fédéral de Zurich, complétées pour les jours pluvieux par des communications d'autres observateurs distribués sur l'Europe et l'Amérique, et des observations magnétiques faites à l'observatoire de Milan, je viens de déduire, pour l'année dernière, en employant la méthode établie par moi il y a une longue série d'années, les valeurs suivantes pour les moyennes mensuelles des nombres

relatifs (r), pour les variations en déclinaison (v), et pour les accroissements (Δr et Δv) que ces quantités ont reçus depuis les époques correspondantes de l'année 1889 :

	Zurich.		Milan.	
1890.	r.	Δr.	v.	Δv.
Janvier . . .	5,3	4,5	3,02	1,27
Février. . . .	0,6	— 7,9	4,81	0,82
Mars	5,1	— 1,9	7,49	1,32
Avril.	1,6	— 2,7	8,68	— 0,17
Mai	4,8	2,4	7,70	— 0,49
Juin.	1,3	— 5,1	8,84	— 0,02
Juillet.	11,6	1,9	8,57	0,32
Août.	8,5	— 12,1	8,00	— 0,99
Septembre .	17,2	10,7	7,10	0,26
Octobre . . .	11,2	9,1	8,72	2,62
Novembre. .	9,6	9,4	3,10	0,55
Décembre. .	7,8	1,1	2,54	0,58
Moy.	7,1	0,8	6,55	0,51

» Il résulte de ce Tableau que les nombres relatifs et les variations magnétiques ont tous deux commencé à augmenter, et que le parallélisme entre ces deux séries si différentes en apparence a encore continué d'une manière assez remarquable.

» En récapitulant les résultats principaux des années 1888 à 1890, et en y ajoutant le nombre (m) des jours sans taches et les variations observées à Christiania, Prague et Vienne, j'obtiens le Tableau :

				v.			
Années.	r.	m.		Christiania.	Prague.	Vienne.	Milan.
1888. . .	6,8	151		5,44	6,46	6,59	6,21
	— 5	+ 61		— 36	— 48	— 58	— 17
1889. . .	6,3	212		5,08	5,98	6,01	6,04
	+ 8	— 41		+ 19	+ 18	+ 11	+ 51
1890. . .	7,1	171		5,27	6,16	6,12	6,55

qui confirme encore, de la manière la plus positive, que nous avons passé le minimum des taches et des variations, et nous montre de plus que l'époque de ce minimum doit être placée dans les derniers mois de l'année 1889 ou dans les premiers mois de l'année 1890. Une détermination plus exacte de l'époque n'est pas encore possible; j'aurai à y revenir l'année prochaine. »

PALÉONTOLOGIE. — *Les Éléphants du mont Dol* (*Ille-et-Vilaine*). Note de M. SIRODOT.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques résultats qui me paraissent de nature à l'intéresser, en même temps qu'ils fixeront le caractère d'un gisement quaternaire d'une richesse exceptionnelle.

» Avant de livrer à l'éditeur le manuscrit des recherches multiples auxquelles m'a conduit l'exploration du gisement quaternaire du mont Dol (Ille-et-Vilaine), je me suis imposé la tâche de refaire, encore une fois, le collationnement aussi complet que possible des pièces nombreuses appartenant aux espèces animales les plus intéressantes. Dans cette Communication, je me bornerai à faire ressortir l'importance du groupe des Éléphants.

» Toutes les parties du squelette sont représentées, mais les pièces entières appartiennent exclusivement aux extrémités des membres (carpe et tarse, métacarpe et métatarse, phalanges) et au système dentaire. Toutes les autres pièces osseuses, le crâne compris, sont en fragments plus ou moins volumineux, mais avec un certain trait caractéristique indéfinissable : sur beaucoup de ces fragments on reconnaît, très nettes, les traces de la pointe de silex attestant que ces os ont été brisés à l'état frais et par la main de l'homme. Si l'on ajoute qu'une série de ces fragments recueillis au milieu de masses de cendres parsemées de silex offrent tous les degrés d'une carbonisation plus ou moins complète, leur accumulation sur un espace très limité s'explique assez clairement. Ces Éléphants ont été mangés et la masse des débris accumulés représente des restes de cuisine.

» La détermination du nombre des Éléphants sacrifiés, de leur âge, des espèces ou variétés qu'ils représentent, repose exclusivement sur l'examen du système dentaire. Les pièces osseuses des extrémités des membres ne peuvent fournir que des renseignements assez vagues sur l'âge des animaux. Je dois ajouter que, dans l'examen du système dentaire, les molaires seules doivent entrer en ligne de compte, parce que presque toutes les défenses sont dans un mauvais état de conservation et que, d'ailleurs, leur nombre n'est pas en rapport avec celui des molaires.

» Les molaires ont été tout d'abord distribuées en groupes, d'après le rang qu'elles occupent dans les mâchoires inférieure et supérieure : pre-

mières, deuxièmes, troisièmes, quatrièmes, cinquièmes et sixièmes. Ce premier classement peut être fait assez facilement; j'ai fait connaître, il y a quelques années, l'ensemble des caractères sur lesquels il est fondé.

» Faire le compte exact des molaires de l'un de ces groupes, lorsque les pièces sont nombreuses, que beaucoup d'entre elles sont incomplètes, représentées seulement par des fragments, n'était pas chose très facile au premier abord. Il y avait un double écueil à éviter : ne pas compter comme pièce entière un fragment qui en était le seul reste possible, ou faire double emploi. La méthode suivante a singulièrement atténué les difficultés.

» Dans chaque groupe, c'est-à-dire pour les molaires de chacun des ordres, les échantillons ont été rangés en séries d'après l'étendue et le degré de la surface d'usure ou de trituration, depuis ceux qui n'en portent pas encore de traces jusqu'à ceux qui sont réduits à un chicot correspondant à la dernière racine.

» En général, pour les molaires dont le rang est supérieur au deuxième, la dent est encore incomplètement constituée, alors que la surface d'usure atteint déjà la cinquième ou sixième colline ; les collines postérieures existent, mais elles ne sont pas encore reliées aux précédentes par le cément. Ces collines postérieures doivent nécessairement se détacher et disparaître lorsque la maxillaire sera brisée : à plus forte raison devra-t-il en être de même, lorsque les molaires ne portent pas encore de traces d'usure ou qu'elles émergent à peine de la mâchoire. Il est alors évident qu'une molaire qui n'est pas encore atteinte par l'usure, ou n'en porte que des traces, ne pourra être représentée que par la partie antérieure, souvent réduite à quelques collines.

» Il n'y a aucune difficulté pour les dents fortement usées, elles offrent une grande consistance et résistent facilement à l'action des agents extérieurs.

» Restent les fragments appartenant à la partie moyenne. La comparaison avec les pièces déjà classées, la mensuration du diamètre transversal, qui varie peu dans la région moyenne, suffisent généralement pour décider si l'échantillon est la seule pièce appartenant à une molaire déterminée. Les difficultés ne sont réelles que pour les cinquièmes et sixièmes molaires supérieures, dont les collines sont nombreuses; mais encore ici les mensurations du diamètre transversal et de la hauteur des collines suffisent à dé-

terminer comme pièce entière la plupart des échantillons. En appliquant cette méthode, le compte des molaires a donné les résultats suivants :

Premières molaires...	Supérieure.............	1
	Inférieure.............	1
Deuxièmes molaires..	Supérieures............	33
	Inférieures.............	45
Troisièmes molaires..	Supérieures............	103
	Inférieures............	120
Quatrièmes molaires.	Supérieures............	107
	Inférieures.............	83
Cinquièmes molaires.	Supérieures............	133
	Inférieures.............	75
Sixièmes molaires....	Supérieures............	39
	Inférieures.............	18
	Total................	758

» Si l'on fait entrer en ligne de compte les échantillons détruits sous la pioche dans l'exploration du gisement, on peut, sans aucune exagération, porter à huit cents le nombre des molaires d'Éléphants extraites d'un gisement dont l'étendue est d'environ 1400^{mq}.

» Comme il y a, au plus, huit molaires qui peuvent être représentées à l'état fossile à un âge quelconque de la vie des Éléphants, il en résulte que le nombre des Éléphants dont les débris ont été extraits du gisement n'est pas inférieur à cent.

» Comme forme typique, c'est l'*Elephas primigenius* qui domine, mais avec de telles variations que bon nombre d'échantillons auraient été classés comme *Elephas antiquus,* ou même comme *Elephas indicus,* s'ils avaient été trouvés isolément, dans des gisements particuliers. »

M. E. Levasseur, Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques, fait hommage à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, du second Volume de son Ouvrage « La population française », contenant la démographie de la France comparée à celle des autres nations au xixe siècle, et la statistique morale de la population française.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. D. **Monclar** adresse une Note relative à un mode de traitement de la tuberculose.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. **Lembert-Roguin** adresse une Note relative à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie de la perte que la Science vient de faire dans la personne de Mme *Kowalewsky*, lauréat de l'Académie. La mort de Mme Kowalewsky est annoncée par une Lettre de M. Hugo Gyldén, Correspondant de la Section d'Astronomie.

M. le **Secrétaire perpétuel** entretient l'Académie des résultats déjà obtenus par *la mission Crampel*, au Congo.

« M. Paul Crampel, qui est parti pour explorer la région comprise entre la rivière Oubanghi, affluent du Congo, et le lac Tchad, nous adresse une Carte résumant ses premiers travaux. Avec le concours de MM. Lauzière, ingénieur, et Ponel, il a relevé le cours et les rives de la rivière Oubanghi, entre le dernier poste français de Banghi et la rivière Kouango, affluent de l'Oubanghi.

» La mission a pris, sur ce parcours, huit positions géographiques. Le résultat de ce travail est assez frappant : le cours de l'Oubanghi serait, en effet, d'après M. Crampel, de près de un degré plus au nord que ne l'avait indiqué le voyageur belge Van Gèle. Cela mérite d'autant plus d'attention que le cours de l'Oubanghi sert de limite, d'après des conventions diplomatiques, entre les possessions françaises et l'État indépendant du Congo. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète Charlois (Nice, 11 février 1891), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est)*; par Mlle **D. Klumpke**, présentées par M. Mouchez.

Dates 1891.	Étoiles de comparaison.	Gr.	✶ — ⋆. Æ.	✶ — ⋆. Déclinaison.	Nombres de compar.
Fév. 13.............	*a*	9,5	− 7s,56	−7′ 4″,0	6:6
14.............	*b*	8	+58s,92	−8′48″,2	20:10

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne 1891,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1891,0.	Réduction au jour.	Autorités.
(*a*) 2133 + 15°.........	h m s 9.49.52,63	s +0,81	° ′ ″ +15. 9.14,8	″ −2,2	Rapportée à 2135 BD + 15°
2135 BD = 12204 ℘..	9.50.33,25	+0,81	+15.15.36,6	−2,2	Cat. Paris
(*b*) 12147 ℘ = 19371 Lal.	9.47.52,41	+0,82	+15.15. 1,3	−2,2	Cat. Paris

Positions apparentes de la planète.

Dates 1891.	Temps moyen de Paris.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Févr. 13......	12h22m30s	9h49m45s,88	−$\bar{2}$,135	15°2′ 8″,6	0,693
14......	13h 3m17s	9h48m52s,15	−$\bar{2}$,972	+15°6′10″,9	0,696

» *Remarque.* — L'étoile 2133 + 15 a été rapportée à l'équatorial à 2135 + 15, par 6.6 comparaisons. On a trouvé

⋆ 2133 − ⋆ 2135, ΔÆ = − 40s,62, Δ℗ = −6′21″, 8. »

ASTRONOMIE. — *Sur une méthode de mesure de la dispersion atmosphérique.* Note de M. **Prosper Henry**, présentée par M. Mouchez.

« Pour mesurer la variation de la réfraction atmosphérique avec la longueur d'onde lumineuse, nous opérons de la manière suivante :

» On place un réseau perpendiculairement à l'axe et un peu en avant de l'objectif d'une lunette. Les lignes du réseau doivent être parallèles au plan vertical passant par l'axe de l'objectif. En examinant, à l'aide de ce système, un point lumineux non affecté par la réfraction astronomique,

on remarque au foyer de la lunette, outre l'image centrale du point, une double série de spectres linéaires horizontaux : nous ne nous occuperons d'ailleurs ici que des deux spectres de premier ordre.

» Si nous appelons i l'intervalle d'axe en axe de deux traits consécutifs du réseau, chaque radiation de longueur d'onde λ vient se placer à une distance angulaire a de l'image centrale telle que

$$\sin a = \frac{\lambda}{i},$$

ou

$$(1) \qquad a = \frac{\lambda}{i \sin 1''},$$

lorsque a est très petit et exprimé en secondes.

» Mais, si l'on dirige la lunette vers une étoile dont la distance zénithale est Z, les différentes radiations seront déviées verticalement, suivant la formule ordinaire de la réfraction, dont nous ne conserverons que le premier terme, en négligeant l'effet de la température et de la pression, d'une quantité

$$(2) \qquad r = \text{A} \operatorname{tang} \text{Z},$$

où la valeur de A varie avec la longueur d'onde. On obtiendra ainsi une courbe spectrale sur laquelle il sera facile de mesurer la variation de r, et par suite celle de A, pour tout changement apporté dans la valeur de λ. Différentes mesures oculaires et photographiques faites dans ces conditions ont montré que A pouvait être représenté par la formule

$$\text{A} = \text{C} + \frac{\text{D}}{\lambda^{\frac{3}{2}}}.$$

» Cette formule, qui sera vérifiée plus loin, permet de simplifier les mesures en les rendant plus précises : en remplaçant A par sa valeur, on tire des équations (1) et (2), en appelant m l'angle que fait avec l'horizontale la tangente à la courbe spectrale en un point quelconque,

$$\frac{dr}{da} = \operatorname{tang} m = -\frac{3\text{D} \operatorname{tang} \text{Z}\, i \sin 1''}{2\lambda^{\frac{5}{2}}} = -\frac{3\text{D} \operatorname{tang} \text{Z}}{2a^{\frac{5}{2}}(i \sin 1'')^{\frac{3}{2}}},$$

d'où l'on conclut

$$\text{D} = -\tfrac{2}{3} a^{\frac{5}{2}} (i \sin 1'')^{\frac{3}{2}} \operatorname{tang} m \cot \text{Z}.$$

» On peut donc, connaissant la distance zénithale de l'étoile et la valeur du réseau, déterminer D en mesurant la distance a et l'angle m correspondant. Comme il existe deux courbes spectrales placées symétriquement à droite et à gauche de l'image centrale, on mesure la direction de leurs tangentes pour une même distance a, et la différence des angles de position observés donne le double de la valeur de m. De plus, on doit opérer dans les deux positions de la lunette, afin d'éliminer l'effet prismatique qui pourrait appartenir à la partie optique de l'instrument.

» La photographie se prête merveilleusement à cette détermination, en donnant à m une valeur considérable; elle permet de réunir sur une même plaque, à une fraction de millimètre l'une de l'autre, ce qui rend leur comparaison plus facile, les épreuves obtenues dans les positions directe et inverse de la lunette.

» Le réseau qui nous a servi dans nos déterminations est à mailles carrées; il est composé d'un carton percé très régulièrement sur toute sa surface de trous disposés en files se croisant à angle droit; la distance des centres de deux trous voisins est de 1^{mm} environ. On le trouve dans le commerce sous le nom de *bristol perforé*. Ce carton se place au devant de l'objectif, comme un diaphragme, en observant seulement d'orienter l'une des séries de files horizontalement, à 2° ou 3° près.

» Nous avons fait à l'Observatoire de Paris, en opérant comme nous venons de l'indiquer, un grand nombre de mesures portant sur diverses étoiles. On a trouvé pour la valeur de D : par l'observation oculaire, $0'',723$, et par la photographie, $0'',729$; on peut donc admettre $0'',726$ comme valeur la plus probable. En prenant pour les radiations lumineuses les plus intenses $A = 58'',22$, valeur tirée des Tables ordinaires de réfraction pour une distance zénithale de 45°, et $0^{\mu},575$ pour longueur d'onde des mêmes rayons, on trouve, en général,

$$A = 56'',55 + \frac{0'',726}{\lambda^{\frac{3}{2}}},$$

ce qui donne les valeurs suivantes pour différentes radiations :

Longueurs d'onde.	A.
μ	″
0,700	57,79
0,600	58,11
0,575 intensité lumineuse maxima	58,22
0,500	58,60
0,430 intensité chimique maxima	59,13
0,400	59,42

» On voit sur ce Tableau que les rayons chimiques les plus intenses, pour lesquels nous avons admis, comme on le fait généralement, $\lambda = 0^{\mu},430$, demandent pour A une valeur supérieure de $0'',91$ à celle fournie par les rayons lumineux; il faudra donc, pour calculer la réfraction photographique en partant de la réfraction ordinaire, ajouter à cette dernière $\frac{0,91}{58,22}$, ou 0,0156 de sa valeur. Sans cette correction, les réfractions absolues seraient erronées de $5''$ pour $Z = 80°$. Dans le cas de mesures différentielles, cette correction ne serait pas négligeable pour des distances angulaires considérables.

» Cette dispersion atmosphérique démontre que, dans un coucher de Soleil, *le rayon vert* doit persister, sous notre latitude, une seconde environ après la disparition du rayon jaune. C'est, d'ailleurs, à cette explication du phénomène que le regretté Thollon s'était arrêté. D'après ses nombreuses observations, faites sous le climat favorable de Nice, à l'observatoire de M. Bischoffsheim, le dernier rayon visible au coucher du Soleil était bleu dans la plupart des cas : ce rayon vert ou bleu est la limite du spectre du Soleil à l'horizon, les rayons plus réfrangibles étant absorbés par l'atmosphère terrestre. »

PHYSIQUE. — *Sur la résistance de divers gaz au mouvement d'un pendule.* Note de M. **G. Defforges**, présentée par M. Cornu.

« *Expériences.* — J'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie, dans une précédente Communication, la loi parabolique qui, du fait de l'accroissement de la poussée hydrostatique pendant le mouvement, représente la variation relative de la durée d'oscillation d'un pendule en fonction de la pression H, et par conséquent en fonction de la densité d de l'air environnant,

$$\frac{\Delta T}{T_0} = Pd + R\sqrt{d},$$

et comme

$$d = DH,$$

si D est la densité de l'air à la pression de 760^{mm} prise comme unité,

$$\frac{\Delta T}{T_0} = PDH + R\sqrt{DH}.$$

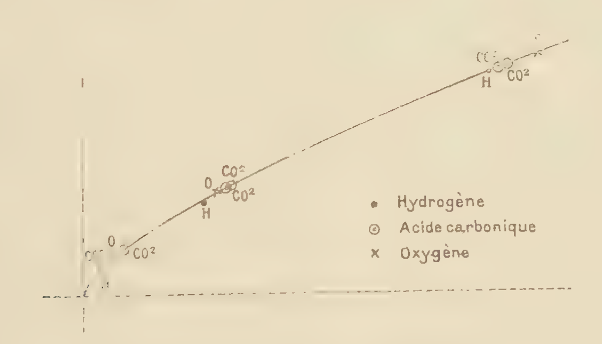
» Il était intéressant de savoir ce que deviennent les facteurs P et R dans un gaz autre que l'air. J'ai donc fait osciller le pendule long de

Brunner successivement dans l'acide carbonique sec, dans l'oxygène sec, tels qu'ils sont fournis comprimés en tubes par l'industrie, et enfin dans l'hydrogène saturé de vapeur d'eau et préparé par l'action de l'acide chlorhydrique sur le zinc.

» Dans chacun de ces trois gaz, les observations ont été faites à trois pressions différentes, voisines de 1^{atm}, de $\frac{1}{4}$ d'atmosphère et de $\frac{1}{16}$ d'atmosphère.

» Six séries dans l'acide carbonique, trois dans l'oxygène, trois dans l'hydrogène, mettent hors de doute ce résultat expérimental que les coefficients P et R restent les mêmes avec le même pendule pour les quatre gaz employés, air, acide carbonique, oxygène et hydrogène. Ils dépendent de la forme du pendule, mais ne dépendent en aucune manière de la nature du gaz environnant.

» Si donc la pression H est prise comme variable indépendante, les coefficients des deux termes de la formule parabolique sont, pour un gaz déterminé, proportionnels, le premier à la densité, le second à la racine carrée de la densité de ce gaz. Il en résulte que les courbes représentatives de la variation relatives de la durée d'oscillation du pendule $\frac{\Delta T}{T_0}$ en fonction de la pression H sont des paraboles transformées les unes des autres. On peut les superposer toutes sur la courbe de l'air en multipliant, dans chaque formule, l'abscisse par le rapport de la densité de l'air à celle du gaz correspondant. C'est ce qui a été fait pour les résultats des douze séries en question dans la courbe ci-dessous.



» L'examen des résidus (observation moins calcul) obtenus en réduisant au vide les durées d'oscillation observées dans les trois gaz soumis à l'expérience à l'aide des coefficients P et R fournis par les observations

dans l'air montre encore que la formule est satisfaite dans les limites des erreurs du garde-temps.

Premier couteau.						Second couteau	
Oxygène.		Hydrogène.		Acide carbonique.		Acide carbonique.	
mm	s	mm	s	mm	s	mm	s
H = 752	ε = − 0,03	H = 710	ε = + 0,02	H = 724	ε = − 0,12	H = 718	ε = − 0,09
173	+ 0,20	167	− 0,06	174	− 0,11	172	− 0,24
34	+ 0,32	11	0,00	43	+ 0,11	14	− 0,01

» Ces expériences ont été faites en collaboration avec M. le capitaine R. Bourgeois.

» *Interprétations théoriques.* — Navier, Poisson, de Saint-Venant, Sir George Stokes, recherchant les équations générales de l'Hydrodynamique, ont montré, par les considérations les plus diverses, qu'il suffit pour les obtenir, dans le cas d'un fluide homogène incompressible, de substituer à $\frac{dp}{dx}$, $\frac{dp}{dy}$, $\frac{dp}{dz}$, dans les équations générales, les expressions

$$\frac{dp}{dx} - \mu\left(\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2}\right),$$
$$\frac{dp}{dy} - \mu\left(\frac{d^2v}{dx^2} + \frac{d^2v}{dy^2} + \frac{d^2v}{dz^2}\right),$$
$$\frac{dp}{dz} - \mu\left(\frac{d^2w}{dx^2} + \frac{d^2w}{dy^2} + \frac{d^2w}{dz^2}\right),$$

où p est la pression, u, v, w les composantes de la vitesse suivant les axes de coordonnées en un point de la masse fluide et μ un certain coefficient que Stokes a le premier dénommé *coefficient de frottement intérieur.*

» L'intégration des équations différentielles ainsi obtenues est très difficile. Sir George Stokes est parvenu à l'effectuer dans quelques cas simples (plan, cylindre, sphère), en admettant que la couche de fluide immédiatement en contact avec le corps oscillant offre une adhérence parfaite. Il obtient des formules approchées qui, toutes, pour la durée de l'oscillation d'un pendule en mouvement dans un fluide, en se bornant aux premiers termes des développements, rentrent dans la forme expérimentale

$$\frac{dT}{T} = P\,d + R\sqrt{d}.$$

» Pour un cylindre, on aurait

$$\frac{P^2 T}{R^2} = \frac{\pi a^2}{2\mu g},$$

où T est la période, a le rayon du cylindre et $\pi = 3,1416\ldots$

» L'expérience démontre que, pour chacun des deux pendules de Brunner (long et court), P et R ont la même valeur pour tous les gaz.

» De plus, le rapport $\frac{P^2T}{R^2}$ est le même pour les deux pendules, tous deux de forme cylindrique et de même rayon, quoique de longueurs très différentes.

» Si donc toute cette analyse est exacte, c'est-à-dire si μ ne dépend que du frottement intérieur et si l'adhérence parfaite de la couche de gaz en contact immédiat avec le solide en mouvement, adhérence qui est l'hypothèse fondamentale de Sir George Stokes, se maintient à toutes les pressions, il faudrait en conclure que le coefficient de frottement intérieur, comme le coefficient de dilatation, comme la chaleur atomique, comme le coefficient de compressibilité, est un nombre caractéristique de l'état gazeux, indépendant de la nature chimique.

» Ce résultat est en contradiction avec les conclusions tirées des recherches anciennes de Graham, de celles, plus récentes, de Kundt et Warburg sur l'écoulement des gaz par les tubes capillaires, des observations de Maxwell, de Meyer, de Meyer et Springmühl, de Kundt et Warburg sur la décroissance des amplitudes de disques oscillants suspendus à un fil de torsion.

» Le coefficient du frottement intérieur, déduit de ces diverses expériences, semble varier avec la nature du gaz.

» La question, grosse de conséquences, nous a paru délicate et difficile à trancher. Elle mérite une étude plus approfondie et de nouvelles expériences, en préparation, qui porteront à la fois sur la durée et l'amplitude, nous permettront peut-être d'arriver à une solution définitive. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Remarques à l'occasion de la Note de M.* Poincaré *sur l'expérience de M.* O. Wiener. Note de M. **A. Potier**, présentée par M. Cornu.

» On possède en Acoustique deux moyens d'étudier les ondes dites *stationnaires*, résultat de la superposition des ondes directes et réfléchies : la membrane de Savart, qui reste immobile aux nœuds, et la capsule manométrique de Kœnig dont la flamme reste invariable aux ventres. En Optique, on ignore *a priori* auquel des deux appareils on peut assimiler la rétine, ou une plaque sensible; la méthode expérimentale de M. Wiener donne à ce sujet une indication. Toutes les théories de la réflexion sont en

effet d'accord sur ce point : sous l'incidence normale, il y a continuité entre les vibrations incidente, réfléchie et réfractée; la dernière est la somme des deux premières. Si une substance réfléchissante, opaque, a un pouvoir réflecteur égal à l'unité, l'énergie absorbée par elle est nulle; il semble permis d'en conclure que le mouvement réfracté est nul aussi : les vibrations incidente et réfractée sont donc égales et de signe contraire, et rigoureusement discordantes sur la surface réfléchissante. Un milieu doué de ce pouvoir réflecteur n'existe pas, mais il paraît légitime d'admettre que les métaux, et l'argent en particulier, doivent présenter des propriétés de plus en plus voisines de celles de ce milieu idéal, à mesure que leur pouvoir réflecteur croît. Pour l'argent, la surface réfléchissante elle-même et tous les plans situés à une distance $\frac{\lambda}{2}$ de celle-ci sont donc à très peu près des plans nodaux. M. Wiener a trouvé que la mince pellicule de collodion, qu'il emploie d'une manière si ingénieuse pour explorer le voisinage de la surface réfléchissante, n'est pas altérée, précisément sur les lignes où elle est rencontrée par ces plans nodaux; on peut donc conclure que la plaque sensible ne subit d'action qu'aux points où la vibration stationnaire a une amplitude notable; l'expérience devrait donner un résultat contraire si ce que M. Poincaré nomme l'*énergie potentielle localisée* (dans le cas actuel, une quantité proportionnelle au carré de la dérivée de l'amplitude suivant la normale à la surface réfléchissante) déterminait l'action photographique.

» Ce point est capital, car si on refusait de l'admettre, pour supposer que la plaque sensible subit l'impression maximum aux nœuds, les expériences de M. Wiener sous l'incidence de 45° amèneraient à la conclusion, contraire à celle de Fresnel, que la vibration est dans le plan de polarisation; l'expérience sous l'incidence normale prouverait que la surface réfléchissante du verre est un ventre, comme l'exige la théorie de Neumann; on pourrait en effet résumer ces remarquables expériences en disant que la vibration doit être perpendiculaire ou parallèle au plan de polarisation, suivant que cette surface est un nœud ou un ventre et, à ce titre, comme M. Poincaré l'a fait remarquer, elles pourraient être considérées comme confirmant l'une ou l'autre théorie.

» Dans son Traité sur la *Théorie mathématique de la lumière*, M. Poincaré (¹) a insisté déjà sur la difficulté et même l'impossibilité de choisir

(¹) Poincaré, *Théorie mathématique de la lumière. Conclusions*, p. 398.

entre les deux hypothèses de Fresnel et de Neumann sur la direction de la vibration de la lumière polarisée; d'après ce savant, les équations différentielles qui traduisent les propriétés attribuées à l'éther étant linéaires et à coefficients constants sont satisfaites aussi bien par les valeurs ξ, η, ζ, attribuées aux déplacements, que par les binômes $\xi'_y - \eta'_x$, ..., qu'on en déduit par différentiation, et aucun phénomène ne devrait permettre de distinguer si l'on a affaire à la vibration même ou à la quantité dirigée dont ces binômes sont les composantes. Ce raisonnement, inattaquable quand on étudie un milieu indéfini, cesse de l'être quand on étudie un milieu limité, ce qui oblige à introduire des conditions à la surface, comme dans les théories de la réflexion ou de la réfraction; suivant les conditions choisies, on est amené à placer ou le déplacement lui-même ou la quantité dirigée définie ci-dessus dans le plan de polarisation, pour satisfaire à l'expérience. Mais ces conditions ne peuvent être absolument arbitraires quand on veut constituer une théorie mécanique de la réflexion, en particulier pour une surface douée d'un pouvoir réflecteur très voisin de l'unité, cas que je vais examiner spécialement.

» La vibration incidente, d'amplitude égale à l'unité, tombant sur la surface métallique $z = 0$, y produit un mouvement dont l'amplitude décroît avec la profondeur, et représenté par une formule

$$A e^{kz} \sin 2\pi\left(\frac{t}{\tau} - \varphi_1\right),$$

tandis que le mouvement incident est représenté par $\sin 2\pi \frac{t}{\tau}$ et le mouvement réfléchi par $\sin 2\pi\left(\frac{t}{\tau} - \varphi_2\right)$; l'absence de z, sous le signe sin dans le mouvement réfracté, est nécessaire pour qu'il n'y ait pas d'énergie *transmise* dans le métal et que l'intensité réfléchie soit égale à l'intensité incidente. La continuité des deux côtés de la surface, qui est la condition commune à toutes les théories, donne $\varphi_2 = 2\varphi_1$ et $A = \cos\pi\varphi_1$; mais, si A existe, on ne pourrait s'expliquer comment il n'y aurait pas d'énergie *absorbée* par le métal, qu'on considère comme un frein agissant sur le mouvement de l'éther; il faut donc que A soit nul, $\varphi_1 = \frac{1}{4}$ et $\varphi_2 = \frac{1}{2}$, ce que j'ai admis.

» On arrive au même résultat, si l'on veut exprimer, comme Cauchy, que la dérivée des déplacements par rapport à z est continue; on tire en effet de cette considération la condition $\frac{\lambda k}{2\pi} = \tang\pi\varphi_1$; or, pour les mé-

taux doués d'un grand pouvoir réflecteur, tels que l'argent, on sait que l'absorption exercée par une couche dont l'épaisseur n'est qu'une fraction de longueur d'onde est considérable, c'est-à-dire que φ_1, pour ces métaux réels, est très voisine de $\frac{1}{4}$.

» Il ne semble donc pas exister d'explication mécanique satisfaisante du grand pouvoir réflecteur de l'argent en dehors des deux hypothèses de A très petit, et d'une différence de phase voisine de 180°, conditions que j'ai supposées remplies au début de cette Note. »

ACOUSTIQUE. — *Variabilité du nombre de vibrations des notes musicales, selon leurs fonctions.* Note de M. **Mültzer**.

« MM. Cornu et Mercadier ont constaté que les notes musicales n'ont pas toujours les mêmes nombres de vibrations. En effet, suivant la manière dont une note sera amenée dans une mélodie, ou accompagnée dans une suite d'accords, cette note pourra remplir des fonctions différentes; elle fera partie d'accords différents et pourra être un peu plus haute ou un peu plus basse que la note de même nom de la gamme. Ces variations, quoique peu considérables, suffisent pour simplifier beaucoup certains accords, pour établir entre leurs notes des rapports moins compliqués, pour rendre beaucoup plus justes les sons résultants, et aussi pour établir une relation entre les mouvements des notes d'un accord allant à un autre accord.

» On peut considérer un accord quelconque comme formé de sons pris dans une des séries de sons harmoniques ou partiels des principales notes du ton. Ainsi, par exemple, la 7e de dominante, la 9e de sensible seront alors un peu plus basses que les notes de mêmes noms de la gamme majeure, tandis que la 9e de dominante et la 11e de sensible seront un peu plus hautes. Dans la gamme mineure, les quatre notes remplissant ces fonctions seront un peu plus basses que les notes de mêmes noms de la gamme.

» Les accords, ainsi formés de sons pris dans les séries de sons partiels, gagnent beaucoup en simplicité, en pureté et en justesse.

» *Exemple.* — L'accord de 7e de dominante d'*ut* majeur, fait avec les notes de la gamme, en prenant *ut* = 240 vibrations, sera

sol 360 (36), *si* 450 (45), *ré* 540 (54), *fa* 640 (64).

» Sons résultants : 3 *sol*, 1 *la* et 2 sons faux.

» Les chiffres entre parenthèses sont les rapports réduits entre les notes.

» Le même accord, fait avec les sons partiels de *sol* = 90 vibrations, dominante du ton d'*ut*, sera

sol 360 (4), *si* 450 (5), *ré* 540 (6), *fa* 630 (7).

» Sons résultants : 5 *sol* et 1 *ré*.

» Le *fa* 630, qui doit descendre sur le *mi* 600, mouvement obligé, fera ce mouvement bien plus facilement que le *fa* 640.

» *Autre exemple.* — L'accord de 7e diminuée en *la* mineur, fait avec les notes de la gamme, sera

sol ♯ 375 (225), *si* 450 (270), *ré* 533 $\frac{1}{3}$ (320), *fa* 640 (384).

» Sons résultants : 1 *mi*, 3 sons faux et 2 sons étrangers au ton.

» Avec les sons partiels de *mi* 37,5 dominante du ton, cet accord sera

sol ♯ 375 (10), *si* 450 (12), *ré* 525 (14), *fa* 637,5 (17).

» Sons résultants : 3 *mi*, 1 *sol* ♯, 1 *si*, et 1 *ré*.

» Dans les accords en mouvement, celui qui se meut peut toujours être réduit à ses rapports, c'est-à-dire au temps le plus court pendant lequel ses notes font des vibrations entières. Chaque partie de ce petit accord devra, ou monter, ou descendre, ou rester immobile. Or le mouvement de chacune de ces parties sera une fraction de vibration dont le dénominateur sera le premier terme du rapport entre les notes collectives des deux accords en présence. J'appelle *note collective* la première note de la série des sons partiels qui contient les notes d'un accord.

» *Exemple.* — Soit l'accord de 7e de dominante d'*ut* majeur, suivi de l'accord parfait majeur de tonique du même ton (résolution naturelle).

» 7e de dominante : *sol* 360 (4), *fa* 630 (7), *sol* 720 (8), *si* 900 (10).

» Parfait majeur : *ut* 240 (2), *mi* 600 (5), *sol* 720 (6), *ut* 960 (8).

» Le premier accord aura pour note collective : *sol* 90, soit $\frac{360}{4}$.

» Le second » : *ut* 120, soit $\frac{240}{4}$.

» *sol* : *ut* :: 90 : 120 :: 3 : 4; or voici les mouvements de l'accord réduit à ses rapports : *sol* 4, *fa* 7, *sol* 8, *si* 10.

» *sol* 4 fera $-\frac{1}{3}$ de vibration, *fa* 7 fera $-\frac{1}{3}$, *sol* 8 fera 0, *si* 10 fera $+\frac{2}{3}$.

» Pour deux accords quelconques, cette règle se vérifiera toujours, si les accords sont formés de sons pris dans les séries de sons partiels.

» Lorsque le rapport des notes collectives est compliqué, la relation entre les deux accords est insaisissable pour notre sens musical, et leur succession est désagréable, à moins que l'enharmonie ne fournisse un artifice pour relier ces deux accords l'un à l'autre. C'est ce qui arrive, lorsque

le premier accord légèrement haussé ou baissé, tout d'une pièce, sans déformation, peut se superposer exactement sur un autre accord très voisin, ayant une note collective en rapport simple avec celle du deuxième accord.

» En résumé, un accord étant formé de notes prises dans une série de sons partiels, ces notes auront entre elles une sorte de parenté, exprimée par la simplicité de leurs rapports. Deux accords quelconques formés ainsi auront entre eux une relation plus ou moins facile, suivant que le rapport de leurs notes collectives sera plus ou moins simple.

» Une théorie de l'harmonie, basée sur les sons partiels, pourrait expliquer bien des phénomènes qui sont absolument incompréhensibles lorsqu'on emploie, dans les accords, les seules notes des gammes justes. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la conductibilité des acides organiques et de leurs sels.* Seconde Note de M. **Ostwald**, présentée par M. Lippmann.

« La réponse de M. D. Berthelot (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 230) à ma première Note sur ce sujet (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 229) pourrait faire naître l'idée que le but principal de ma Note est de réserver pour moi-même le droit exclusif de travailler dans cette voie. Rien n'est plus loin de ma pensée; je ne crois pas qu'il se trouve un seul mot dans ce sens dans la Note citée.

» Ma réclamation ne se rapporte qu'à quelques faits déjà connus. M. D. Berthelot ne semble pas nier complètement mes droits, mais il les juge d'une manière qui exige quelques remarques.

» C'est par erreur que M. D. Berthelot croit ma loi formulée seulement pour des valeurs limites. J'ai communiqué, au contraire, dans mon Mémoire cité plus haut, les conductibilités des sels en question pour des dilutions de 32^{lit} à 1024^{lit} par équivalent, et ceux-ci se sont trouvés identiques dans toute l'étendue de ces limites. C'est une conséquence nécessaire d'une autre loi trouvée par moi : que l'influence de la dilution sur la conductibilité équivalente de sels divers des métaux monoatomiques dépend seulement de la basicité de l'acide. J'ai prouvé cette loi non seulement pour les acides monobasiques, mais aussi dans ma première Communication sur les acides bibasiques et tribasiques (*Zeitschr. f. Ph. Ch.*, I, 105-108) et ensuite (*Ibid.*, II, 401) je l'ai étendue jusqu'aux acides pentabasiques. Cette relation est si régulière qu'elle peut être utilisée comme

moyen pour déterminer la basicité des acides dans des cas douteux. Il ne reste point de question non résolue dans le cas des acides bibasiques; les anomalies mentionnées par M. D. Berthelot se trouvent seulement chez les sels des *métaux* polyatomiques, sur lesquels M. D. Berthelot n'a pas publié de recherches.

» Comme je n'ai pas publié de Mémoire sur les sels des acides bibasiques isomères, je reconnais avec plaisir que M. D. Berthelot, après avoir confirmé ma loi, l'a étendue au cas des acides bibasiques; mais voilà tout ce qu'il y a de nouveau sur ce point dans le Mémoire de M. D. Berthelot.

» Quant aux acides racémique et tartrique, je crois que mes recherches ne sont pas seulement une confirmation de ceux de MM. Berthelot et Jungfleisch, car ces savants s'expriment avec beaucoup de réserve sur la question du dédoublement de l'acide racémique (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 153). Sans prétendre résoudre complètement la question, nous devons dire que la seconde opinion (à savoir que l'acide est décomposé) nous paraît plus conforme à l'expérience. La question était donc en partie ouverte au moment de mes recherches, et c'était seulement avec le moyen bien plus délicat de la conductibilité électrique que l'on pouvait espérer de trouver des résultats plus convaincants que ne les donne la Thermochimie dans ce cas. C'est une nouvelle preuve de la sagacité bien connue de ces savants, que les recherches postérieures aient donné précisément les résultats soupçonnés par eux.

» En tous cas, quant à la mesure de la conductibilité de ces acides, M. D. Berthelot a seulement répété mes recherches et trouvé, par conséquent, mes résultats. La différence des méthodes employées est sans conséquence, les deux méthodes ayant donné, comme M. D. Berthelot le dit lui-même, des résultats concordants.

» Les mesures de la conductibilité de l'acide tartrique inactif n'ont pas été, il est vrai, exécutées par moi, mais par mon ancien élève M. P. Walden, dans le laboratoire de M. Bischof à Riga (*Ber.*, 1889, p. 1820). M. Walden a constaté la différence entre cet acide et les acides tartrique droit et racémique. Les recherches de M. D. Berthelot ne sont donc pas tout à fait originales sur ce point. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Réponse à la Note précédente de M.* Ostwald; par M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. Lippmann.

« Il ne saurait entrer dans mes intentions de prolonger plus longtemps la controverse soulevée par M. Ostwald, du moment où il déclare ne pas se réserver le principe de la méthode des conductibilités électriques, ni celui de ses applications aux phénomènes chimiques.

» Je me bornerai à constater que M. Ostwald reconnaît en fait l'originalité de mes travaux sur les sels des acides bibasiques isomères, objet essentiel de ma première Note, la seule mise en cause par sa réclamation. Je ne veux pas relever la confusion qui existe à cet égard dans la Note de M. Ostwald entre des questions distinctes dont les unes n'ont pas été traitées par moi et dont les autres n'avaient pas été abordées par lui ou ses élèves : tel est notamment le cas des sels des acides tartriques isomères. Quant au reste, je n'entrerai pas dans une discussion nouvelle sur la plus ou moins grande exactitude de la loi admise par lui pour la variation de conductibilité des sels avec la dilution, des restrictions qu'il s'est cru obligé d'y apporter lui-même et des conséquences qu'il prétend en tirer.

» Au surplus, le public compétent pourra juger du caractère propre fort différent de mes études personnelles, quand il prendra connaissance du Mémoire complet qui sera prochainement publié. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques combinaisons de la pyridine.* Note de M. **Raoul Varet**, présentée par M. Berthelot.

« I. *Bromocadmiate de pyridine.* — On projette du bromure de cadmium desséché et finement pulvérisé dans de la pyridine : cette dernière s'échauffe et l'on obtient une bouillie blanche. On ajoute alors un excès de pyridine et l'on chauffe au bain-marie pendant deux heures, puis on abandonne dans un endroit froid, en ayant soin d'agiter de temps en temps. Le précipité amorphe primitivement obtenu devient peu à peu cristallin; quand la transformation est complète, ce qui demande plusieurs jours, on sépare l'excès de pyridine par filtration et l'on sèche très rapidement le produit solide entre des doubles de papier. On obtient de petits cristaux blancs, brillants, répondant à la formule

$$CdBr, 3C^{10}H^5Az.$$

C'est un corps très peu soluble dans la pyridine. Traité par l'eau bouillante, il prend l'aspect d'un précipité caillebоté et se dissout entièrement. Par refroidissement, la liqueur abandonne de grandes aiguilles constituées par une combinaison nouvelle de pyridine avec le bromure de cadmium. Le corps $CdBr, 3C^{10}H^5Az$ abandonne toute sa pyridine quand on le chauffe.

» II. *Cyanure argentopyridique.* — Dans de la pyridine chauffée vers 80°, on dissout du cyanure d'argent; la liqueur filtrée laisse déposer, par refroidissement, des aiguilles prismatiques, transparentes, répondant à la formule

$$AgC^2Az, C^{10}H^5Az.$$

C'est un corps peu soluble dans la pyridine, décomposable par l'eau. Exposé à l'air, il devient d'abord opaque, puis brunit. Il perd toute sa pyridine quand on le chauffe à 110°.

» III. *Cyanomercurate de pyridine.* — Dans de la pyridine maintenue à l'ébullition, on projette du cyanure de mercure finement pulvérisé, jusqu'à ce qu'il cesse de s'y dissoudre. La liqueur filtrée encore chaude laisse déposer des cristaux grenus durs, transparents, qui, séchés très rapidement entre des doubles de papier, répondent à la formule

$$HgC^2Az, C^{10}H^5Az.$$

» C'est un corps très soluble dans la pyridine, surtout à chaud. Il perd toute sa pyridine à 110°.

» IV. *Cyanocuivrite de pyridine.* — Dans de la pyridine maintenue à l'ébullition, on dissout du cyanure cuivreux bien pur, jusqu'à saturation. La liqueur additionnée d'un peu de pyridine bouillante, et filtrée sur un entonnoir chaud, abandonne, par refroidissement, de grandes lamelles jaunes répondant à la formule

$$Cu^2C^2Az, 2C^{10}H^5Az.$$

» C'est un corps très soluble dans la pyridine chaude. A l'air, il exhale une forte odeur de $C^{10}H^5Az$. Il perd toute sa pyridine quand on le chauffe à une température bien inférieure à celle de la décomposition du cyanure.

» V. *Iodocuivrite de pyridine.* — Quand on traite l'iodure cuivreux finement pulvérisé par la pyridine, celle-ci s'échauffe et prend une teinte d'un jaune brun assez prononcé, tandis que l'iodure s'agglomère en une masse blanche. On porte à l'ébullition, l'iodure cuivreux se dissout, on en ajoute

par petites quantités jusqu'à saturation de la pyridine. La liqueur filtrée sur un entonnoir chaud laisse déposer de petits cristaux jaunes répondant à la formule

$$Cu^2I, 2C^{10}H^5Az.$$

» C'est un corps très soluble dans la pyridine, beaucoup plus à chaud qu'à froid. Agité avec dix fois son volume d'éther, il devient blanc comme de l'iodure, mais ne perd pas toute sa pyridine, même au bout de plusieurs jours. Quand on l'expose à l'air imprégné de pyridine, il devient rapidement vert, puis brunit. Il abandonne toute sa pyridine sous l'influence de la chaleur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'amidure de sodium et sur un chlorure de disodammonium.* Note de M. **Joannis**.

« Le sodammonium se décompose spontanément à la température ordinaire, en hydrogène et en amidure de sodium AzH^2Na. Cette décomposition se produit dans l'obscurité et à la lumière, un peu plus rapidement dans ce dernier cas. Elle est toujours très lente ($0^{cc},35$ environ par vingt-quatre heures et par gramme de sodammonium). Elle paraît tendre vers une limite à mesure que la pression de l'hydrogène dégagé augmente, comme le montre le Tableau suivant où sont inscrites les pressions du mélange d'ammoniac et d'hydrogène mis en liberté.

Nombre de jours.....	0	2	5	6	27	43	65	96	187	253
Pressions.......	180cm,5	[illegible]	220cm,2	251cm,8	355cm,8	410cm,1	480cm,1	521cm,7	560cm,3	[illegible]

» En même temps que l'hydrogène se dégage, on voit apparaître de petits cristaux blancs, transparents, pouvant avoir 1^{mm} de côté. Ces cristaux sont de l'amidure de sodium AzH^2Na, d'un aspect bien différent de celui que l'on obtient par la méthode de Gay-Lussac et qui se présente sous forme d'une masse amorphe bleue ou verte.

» L'analyse de ces cristaux a été faite en les dissolvant dans l'eau ; il y a une réaction assez vive, produisant le bruit d'un fer rouge plongé dans l'eau, mais il ne se produit aucun dégagement de gaz; la solution aqueuse ne contient que de la soude et de l'ammoniac. L'absence de dégagement de gaz ne peut suffire à faire admettre l'existence d'une formule de la forme Az^xNa^{3-x}. Le dosage de l'alcalinité totale de la liqueur obtenue et celui du sodium à l'état de sulfate de soude (Na trouvé, 59,33 pour 100; théorie, 58,97 pour 100) a conduit à la valeur $x = 2$. Dans une autre expérience, l'hydrogène dégagé a été dosé et a conduit à la même conclusion.

» *Action du chlorure de sodium sur le sodammonium.* — Avant d'étudier l'action du sodammonium sur les chlorures métalliques, il était indispensable d'étudier son action sur le chlorure de sodium, puisque ce corps peut se former dans ces réductions.

» Le chlorure de sodium attaque le sodammonium, mais il ne se produit pas le sous-chlorure signalé par Rose. Quand on met en présence, à 0°, du chlorure de sodium et du sodammonium, en solution saturée, on constate que la tension, qui est d'abord de 170^{cm} de mercure (tension de la solution saturée de sodammonium à 0°) augmente assez rapidement, parce qu'il se dégage de l'hydrogène. Un assez grand nombre de mes appareils ont sauté, avant que j'aie réussi à mesurer sans perte l'hydrogène dégagé dans la réaction : j'ai constaté que pour 1 équivalent de sodammonium employé, il y avait 1 équivalent d'hydrogène mis en liberté. Lorsque la pression n'augmente plus, la liqueur est mordorée ou bleue, si l'on a mis pour 1 équivalent de chlorure de sodium plus d'un équivalent de sodium, et elle présente la couleur des solutions concentrées ou étendues de sodammonium; s'il y a, au contraire, un excès de chlorure de sodium, la liqueur est entièrement décolorée, et si on lave le produit blanc ainsi obtenu avec du gaz ammoniac liquéfié, afin de dissoudre le chlorure en excès, on constate qu'après des lavages suffisants la poudre blanche amorphe qui reste ne contient plus de chlore; c'est encore de l'amidure de sodium; on l'obtient ainsi très rapidement.

» L'action du chlorure de sodium, qui rend possible en deux ou trois jours la décomposition d'une quantité de sodammonium qui exigerait sans cela plusieurs mois pour se décomposer, est due à la formation d'un composé peu stable dont j'ai pu constater l'existence et qui a pour formule AzH^2Na^2Cl.

» *Chlorure de disodammonium* AzH^2Na^2Cl. — Ce composé s'obtient mélangé de chlorure de sodium, quand on traite du sodium par un excès de chlorure de sodium en présence d'une quantité d'ammoniac liquéfié insuffisante pour dissoudre tout le chlorure de sodium. Ce composé se détruit en effet quand on le lave avec de l'ammoniac liquéfié, en donnant du chlorure de sodium qui se dissout et de l'amidure de sodium AzH^2Na. L'eau décompose ce chlorure en ammoniac, soude et chlorure de sodium, sans dégagement d'aucun gaz et sans produire le bruit que donne l'amidure.

» Pour établir la formule de ce composé, que l'on ne peut pas isoler de l'excès de chlorure de sodium nécessaire à sa conservation, j'ai employé la méthode suivante.

» Un poids connu de sodium a été mis en présence d'un excès de chlorure de sodium (environ $3^{éq},5$ de chlorure pour 1 de sodium); le tout a été traité par de l'ammoniac liquéfié, qui a donné du sodammonium. L'appareil ayant été mis dans la glace et la décoloration du sodammonium s'étant accomplie, on a retiré les gaz contenus dans l'appareil (ammoniac et hydrogène) en les dirigeant dans un acide étendu, pour absorber l'ammoniac. Une fois que l'hydrogène a été entièrement balayé par la volatilisation de l'ammoniac liquide, on a mesuré la pression de ce gaz au fur et à mesure que l'on

en enlevait; au début, la tension était celle d'une solution saturée de chlorure de sodium dans l'ammoniaque liquéfiée (313^{cm},9 à 0°). Cette tension s'est maintenue tant qu'il restait du liquide dans le tube; puis, le liquide ayant disparu, la tension a diminué constamment sans présenter de point d'arrêt; en particulier, la pression de 103^{cm} une fois atteinte ne s'est pas maintenue quand on a enlevé du gaz; on peut en conclure qu'il ne s'est pas formé, dans ces expériences, de chlorhydrate d'ammoniaque, puisqu'on aurait obtenu, dans les conditions où l'on était placé, le chlorhydrate $AzH^4Cl + 3AzH^3$, découvert par M. Troost, et l'on aurait observé à 103^{cm} une constance de tension due à la dissociation de ce composé. Ce fait constaté, on a mis de nouveau de l'ammoniac liquide sur le produit blanc à analyser, et, au lieu de maintenir la température du tube à 0°, on l'a maintenue vers — 30°, en laissant partir tout l'ammoniac qui pouvait se dégager à cette température. Aucune bulle d'ammoniac ne s'étant dégagée en une demi-heure, on éleva peu à peu la température jusqu'à — 24° et il sortit quelques bulles représentant la dilatation du gaz contenu dans l'appareil.

» On reçut ensuite l'ammoniac qui se dégagea au-dessus de cette température, dans de l'acide sulfurique titré. Cet ammoniac provenait de la dissociation du composé $NaCl, 5AzH^3$ dont j'ai récemment décrit les conditions d'existence; on maintint enfin le tube à 0°. De la quantité d'ammoniac totale mesurée alcalimétriquement, on retranchait ce qui correspondait à la dilatation du gaz entre — 24° et 0°, et on obtenait ainsi la quantité d'ammoniaque qui avait formé le corps $NaCl, 5AzH^3$; on en déduisait le poids de chlorure de sodium mis en excès. Comme on connaît d'ailleurs le poids du chlorure de sodium mis en évidence, on en déduit par différence celui qui est fixé sur l'amidure.

» Voici les nombres obtenus dans une analyse, exprimés en millièmes d'équivalent :

» Na mis 8,92 pouvant donner 99^{cc},5 d'hydrogène à 0° valant 8,92.
» Hydrogène obtenu ramené à 0°, 96^{cc} d'hydrogène valant 8,64.
» NaCl mis 30,06.
» NaCl resté libre 19,27, d'où NaCl combiné 10,79.
» AzH^2 trouvé 9,28 (d'après l'augmentation de poids du tube après l'expérience).

» Des nombres Na = 8,92, NaCl = 10,79, AzH^2 = 9,28, on déduit les proportions centésimales suivantes :

	Trouvé.	Calculé.
Na................	46,03	47,17
Cl.................	38,89	36,42
AzH^2..............	15,08	16,41

» L'excès de chlore doit être plutôt attribué à un lavage incomplet qu'à la méthode d'analyse employée. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur l'*huile pour rouge. Note de M. SCHEURER-KESTNER ([1]).

« La combinaison sulfonée qui se trouve dans l'*huile pour rouge* peut être isolée en traitant ce produit par un mélange approprié d'eau et d'éther; l'éther dissout les acides gras non sulfonés (ou plutôt désulfonés par l'action de l'eau pendant le lavage du produit brut obtenu, en faisant agir l'acide sulfurique sur l'huile de ricin), tandis que la substance sulfonée reste en dissolution dans la partie aqueuse, séparée de la couche éthérée. Pour l'isoler, on précipite la solution aqueuse par une dissolution de sulfate de sodium à 10° Baumé.

» En évaporant la couche éthérée, on obtient les acides gras, plus ou moins polymérisés, dont le poids peut être déterminé, tandis que la précipitation de la dissolution aqueuse permet de se rendre compte de la proportion du corps sulfoné. En général, deux préparations faites dans des conditions qui semblent identiques ne donnent pas toujours les mêmes résultats; l'*huile pour rouge* obtenue renferme des proportions variables des deux produits principaux. Les acides gras désulfonés par l'action de l'eau, durant les lavages, le sont en plus ou moins grande proportion, et la solubilité de l'*huile* dans l'eau est d'autant plus grande que ceux-ci sont en plus petite quantité. En effet ils n'y sont solubles que grâce à la présence du corps sulfoné, et donnent à la dissolution la fluorescence dont celle de l'*huile* n'est jamais exempte.

» Quant au degré de polymérisation, il semble être plus considérable dans les corps retirés par l'éther que dans le corps soluble. Ainsi, les acides gras retirés d'une même préparation, et séparés à l'état de corps sulfoné et non sulfoné, ont donné des poids moléculaires de 402 et de 472. (Le poids moléculaire de l'acide normal est 298.)

» L'acide sulforicinoléique, précipité de sa dissolution aqueuse par le sulfate de sodium, forme un hydrate sirupeux, sans apparence de fluorescence, lorsqu'il a été débarrassé par l'éther des acides gras non sulfonés. Il entre dans la composition de l'*huile pour rouge* la plus soluble pour 40 à 50 pour 100, les 50 à 60 autres centièmes étant formés d'acides gras insolubles dans l'eau : je fais abstraction, dans ce calcul, de l'eau qui les accompagne.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 158.

» L'acide sulfo-gras, à l'état isolé, a une composition qui le rapproche de l'acide diricinosulfonique

$$(C^{17}H^{32})^2\text{-}CO^2H \cdot CO^2\text{-}O\text{-}SO^2, OH.$$

» Il est impossible de le déshydrater complètement sans le décomposer en acide sulfurique et acide gras; quand on le sèche à une température qui ne dépasse pas 60°, sa décomposition est très faible, et il renferme alors une quantité de soufre qui répond à la formule

$$CO^2 \begin{cases} C^{17}H - CO^2H \\ C^{17}H^{32} - O - SO^2 - OH \end{cases} + 8H^2O,$$

qui exige 4 pour 100 de soufre; j'en ai trouvé 3,9 pour 100.

» On peut se rendre compte de la composition de l'*huile pour rouge*, en se servant successivement de tournesol et de phénol-phtaléine comme indicateurs. Le tournesol bleuit dès que le composé sulfoné est saturé, tandis que la phénol-phtaléine ne se colore que beaucoup plus tard, alors seulement que l'acide gras non sulfoné a été saturé. J'ai basé sur ces propriétés un procédé d'analyse qui donne, au moyen de deux simples titrations faites l'une après l'autre, la proportion des deux éléments principaux de l'*huile pour rouge*. La différence entre les deux titres obtenus en se servant d'une liqueur ammoniacale titrée et des indicateurs ci-dessus constitue la quantité d'ammoniaque qui a servi à la saturation des acides désulfonés. Il faut avoir soin de se servir toujours des mêmes quantités d'eau, si l'on veut avoir des résultats comparables. Cette expérience peut être utile aussi au point de vue pratique, puisque j'ai démontré que la nuance de l'avivage des couleurs de l'alizarine dépend précisément de la présence d'une plus ou moins grande proportion de composé sulfoné.

» Le titre trouvé avec le tournesol correspond au poids de sulfate de baryum que donne l'*huile pour rouge* dont le sel de sodium a été calciné. Il est aussi facile de suivre la polymérisation de l'acide ricinoléique en la mesurant par la capacité de saturation, en se servant de la phénol-phtaléine.

» L'acide ricinoléique normal, traité par l'acide sulfurique comme on traite l'huile de ricin, donne un produit pareil à celui de l'huile de ricin. En l'analysant au moyen de la double trituration, j'y ai trouvé un acide sulfoné et des acides gras polymérisés, dans la proportion de 60 à 65 pour 100 du premier.

» Je me propose de montrer ultérieurement que l'acide ricinoléique est facilement polymérisé, non seulement par l'action de la chaleur, mais aussi par celle de la vapeur d'eau, et qu'on peut le ramener à l'état normal par l'action de la soude dans des conditions déterminées. »

HYGIÈNE. — *De l'action des froids excessifs sur les animaux.* Note de M. G. **Colin**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les expériences que j'ai faites depuis vingt-cinq ans, pendant les froids violents de nos hivers les plus rigoureux, notamment en 1879-80, m'ont permis de déterminer le degré d'aptitude de chacune de nos espèces domestiques à supporter, sans inconvénients sérieux, les basses températures.

» Le degré de résistance au froid que possède chacune de ces espèces m'a paru dépendre : 1° de la puissance de calorification très inégalement développée; 2° de la force de réaction qui active la circulation dans les parties superficielles du corps et prévient les stases sur les parties profondes de l'organisme ; 3° de la faible conductibilité du pelage, des toisons ou fourrures, qui peuvent restreindre dans d'énormes proportions les pertes de calorique ; 4° de la faible impressionnabilité des appareils organiques, notamment de celui de la respiration, des séreuses, des reins et autres viscères.

» La dernière condition a une importance capitale. Si l'impressionnabilité est exagérée, comme sur presque tous les animaux des contrées chaudes, les autres, si bien réalisées qu'elles puissent être, ne réussissent pas, même ensemble, à conjurer les effets funestes des basses températures de longue durée survenant sans transition insensible.

» Chacune des conditions de résistance au froid a une valeur qui peut être, dans la pratique, déterminée d'une manière suffisamment exacte : la puissance de calorification, par le degré auquel se maintient la température animale de l'ensemble du corps et par la somme des pertes éprouvées en un temps donné, pertes qui peuvent s'élever du dixième au quinzième du poids du corps par période de vingt-quatre heures ; la force de réaction, par la température de la surface de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané, l'action protectrice des plumes, fourrure ou toison, par le degré de chaleur conservée dans leurs couches profondes ; enfin la susceptibilité organique par la rareté ou la fréquence, comme par la gravité des effets pathologiques attribuables au refroidissement.

» Quant à la valeur de la résultante des conditions susdites diversement combinées, elle ne saurait être déterminée théoriquement avec exactitude; mais elle peut être mesurée avec assez de précision à l'aide de l'observation et des expériences. Les données obtenues à cet égard deviennent des éléments précieux pour dresser l'échelle de ce qu'on appelle la rusticité des animaux. En voici quelques-unes.

» Contrairement aux prévisions de la théorie, le plus petit de nos animaux domestiques, celui dont la faible masse paraît devoir se refroidir le plus vite, le lapin, est doué au maximum de la résistance au froid. Les adultes de cette espèce ont pu supporter pendant cinq et six jours, dans des cages de fil de fer suspendues à des arbres ou sur des tas de neige, des froids de — 10° à — 15°, sans perdre plus de 1° et quelques dixièmes de leur température intérieure, ni éprouver consécutivement d'indisposition appréciable. Ceux que j'ai laissés pendant deux mois de cet hiver, de la fin de novembre à la fin de janvier, dans neuf cabanes cubiques complètement ouvertes sur l'une de leurs faces, donnant accès au vent et à la neige, par des froids de — 10° à — 20° et même de — 25° dans notre région de l'Est, sont tous demeurés en parfaite santé. Ceux de ces animaux qui furent privés d'aliments pendant un ou deux jours éprouvèrent une perte diurne oscillant entre le quinzième et le huitième du poids du corps. Ceux qui passèrent un jour et une nuit dans des maisonnettes construites avec d'énormes blocs de glace, touchant le dessous et les côtés du corps, y conservèrent aussi leur température intérieure à 1° et quelques dixièmes seulement au-dessous de la normale, quoique les oreilles et les pieds éprouvassent un abaissement de 12°, 15°, même de 20°. Dans des galeries sous la neige, les choses se passèrent comme dans les grottes de glace. Aucune modification appréciable n'est résultée du refroidissement des extrémités. Mais là, les jeunes sujets périssaient suivant l'ordre de leur jeunesse, et si vite que, vers le milieu de la nuit ou à la pointe du jour, les liquides de leurs cadavres se trouvaient congelés dans les voies digestives.

» Le mouton m'a montré ensuite une résistance au froid égale à celle du lapin, pourvu qu'il conservât son épaisse toison exempte d'humidité. Après les nuits les plus froides passées en plein air, il avait encore à peu près à l'intérieur le degré normal et à la surface de la peau sous la toison 36° à 37°.

» Le bouc et le porc, à peu près nus, tant leurs soies sont clairsemées, ont offert presque la même résistance que la bête ovine. Leur peau, une fois la réaction bien établie, se maintenait à 34° ou 35° C. dans la plupart des régions.

» Dans l'ordre décroissant de l'aptitude à supporter le froid, le chien s'est placé à la suite des animaux précédents. Tenu en plein air sur le sol glacé, ou simplement abrité sous une niche ouverte, il a conservé, malgré des frissons et des tremblements, sa température intérieure à 1° ou 2° près, sans devenir malade. L'un d'eux, pourtant, a péri après avoir éprouvé une réfrigération excessive.

» La résistance des solipèdes domestiques au refroidissement m'a paru, sauf pendant le travail, inférieure à celle des autres animaux. Aux basses températures susmentionnées, la chaleur de la peau a baissé de 6°, 8°, 10° s'ils avaient de longs poils, et de 10° à 12° avec un pelage ras ou très court. A ces basses températures, la chaleur de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané, perdait dans les régions inférieures des membres et au pied, 25° à 30°.

» Quant aux oiseaux de basse-cour, leur plumage, s'il est bien fourni et sec, leur donne au plus haut degré l'aptitude à braver, comme on le sait, les froids les plus vifs. Cet hiver, mes poules, coqs, dindes, tenus à dessein dans un local dont la température suivait presque celle du dehors, se sont maintenus, sans exception, en très bon état, mais leur ponte a été suspendue, même pendant une ou deux semaines après les froids excessifs. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur le bourgeonnement de quelques Ascidies composées*. Note de M. A. **Pizon**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Il est classique aujourd'hui que les plus ou moins grandes réserves accumulées dans l'œuf et les conditions éthologiques des parents influent sur la rapidité des processus embryogéniques; on en possède des preuves fournies par des types appartenant à plusieurs embranchements de la série animale. Chez les Ascidies composées, M. Lahille en a fourni un exemple remarquable observé chez *Diplosomoides* (Lahille), *Leptoclinum Lacazii*, Giard). Cette forme intéressante donne à la fois des petites larves, pauvres en vitellus nutritif, qui n'ont pas encore bourgeonné à la fin du troisième jour et d'autres plus volumineuses qui nagent encore le quatrième jour et renferment déjà une dizaine de blastozoïtes quelques heures après leur fixation.

» Moi-même, à Saint-Vaast-la-Hougue, pendant la belle saison dernière, dans un bassin renfermant divers *Didemnum* (*Did. niveum, Did. cereum* et *Did. sargassicola*), j'ai recueilli, au milieu de nombreuses petites larves, trois larves volumineuses, avec une masse considérable de vitellus et qui, après s'être fixées le quatrième jour seulement, offrirent une rapi-

dité blastogénétique tout à fait comparable à celle des grosses larves des *Diplosomoides* de Lahille.

» Frappé de ce fait, j'isolai immédiatement les divers cormus qui avaient donné ces larves; malheureusement la ponte était terminée; je ne fus pas plus heureux avec les nouvelles colonies que je recueillis dans la suite : nous étions au mois de juillet et c'étaient les dernières larves que produisaient les *Didemnum*, dont la ponte commence, comme on le sait, dès le printemps. Mais, bien qu'il m'ait été impossible de déterminer si ces larves volumineuses appartenaient au *Did. cereum* ou au *Did. niveum* ([1]), leur présence chez un genre voisin des Diplosomoïdes (Lahille) n'en est pas moins intéressante à constater. Cette observation montre de plus que dans mes recherches sur la blastogénèse de l'*Astellium spongiforme* (Giard) il ne m'a jamais échappé que « chez les Synascidies la rapidité du développement et le nombre des blastozoïtes produits par un même œuf dépend » très souvent, dans une large mesure, des conditions éthologiques » et des réserves nutritives. Jusqu'à présent, à ma connaissance, les *Diplosomoïdes* (Lahille) et les *Didemnum* sont les seuls genres, parmi les Ascidies composées, chez lesquels on a observé de telles variations dans la rapidité de la blastogénèse résultant d'une plus grande quantité d'éléments nutritifs.

» Chez les Diplosomidés (*Astellium* et *Pseudodidemnum*), en particulier, de semblables observations n'ont jamais été faites ni par Drasche, qui a étudié les Diplosomidés de la baie de Rovigno, ni par Herdmann qui a étudié les espèces du *Challenger*, ni enfin par Della Valle, à Naples.

» Plus récemment, M. Lahille a fait d'importantes recherches chez des Diplosomidés de Banyuls, de Roscoff, d'Arcachon, de Chausey et de Naples; il n'a jamais observé de variations appréciables dans la quantité de vitellus des larves.

» M. Giard lui-même, dont on connaît les longues observations sur les Ascidies composées, a vu les larves des Diplosomidés présenter une telle constance dans leur structure qu'il a écrit que « les modifications de la » blastogénèse peuvent donner de bons caractères pour les groupes de » second ordre et surtout de bons caractères génériques ». Et il distingue les embryons d'*Astellium* et de *Pseudodidemnum* de ceux de *Diplosoma Rayneri* (Macdonald) « par un seul caractère essentiel, la présence de » trois animalcules, au lieu de deux, dans la colonie embryonnaire ».

([1]) Avec M. Lahille, je considère *Did. sargassicola* (Giard) comme une variété du *Did. cereum*, dont il ne diffère que par la coloration.

» Enfin, moi-même, j'ai poursuivi pendant trois mois, à Saint-Vaast, des recherches sur les larves d'un Diplosomidé, *Astellium spongiforme*. Je dois dire d'abord que j'ai identifié cette espèce avec le *Brevistellium* de Jourdain; j'y ai été conduit par les observations de cet auteur, qu'il a faites à Saint-Vaast même, et par celles de Drasche qui, lui aussi, a remarqué que chez les Diplosomiens « on observe des transitions par trop nom-» breuses de bouches à dents émoussées, jusqu'aux bouches privées de » dents ». *M. Lahille a également assimilé le Brevistellium* (Jourdain) *à l'Astellium spongiforme* (Giard).

» Les très nombreuses larves de cette espèce que j'ai étudiées pendant mon séjour à Saint-Vaast ne m'ont jamais fourni ces variations dans la quantité de réserves nutritives que j'ai observées chez les *Didemnum*. Toutes étaient absolument semblables entre elles et à celle qu'a si bien figurée M. Giard dans ses *Recherches sur les Synascidies*, avec des différences inappréciables dans la quantité de vitellus au moment de l'éclosion. De telles différences n'existant pas non plus chez les larves observées en des points très différents, à Roscoff, à Banyuls, à Naples et à Rovigno, je ne puis croire que ce soit à des phénomènes de « pœcilogonie », que personne n'a jamais observés chez les Diplosomidés, qu'il faille demander l'explication des différences entre les observations de M. Giard et les miennes sur les premiers phénomènes blastogénétiques des embryons d'*Astellium spongiforme*. « L'embryon des *Diplosomiens*, dit-il, renferme déjà » dans l'œuf une série de trois blastozoïtes formés par bourgeonnement » direct et successif, et de plus des tubes stoloniaux gemmifères qui pro-» duiront de nouveaux animaux *dès que le têtard viendra à se fixer* ».

» Pour moi les tubes exodermiques (tubes stoloniaux de Giard) ne jouent « en aucun moment » un rôle dans la blastogénèse, pas plus d'ailleurs chez les Diplosomidés que chez les Botryllidés; je suis d'accord en ce point non seulement avec Della Valle et Lahille, mais avec Krohn (¹) et Metschnikoff (²), que M. Giard combattit trois ans après qu'eurent paru leurs travaux sur les Botryllidés.

» D'autre part, j'ai toujours vu la masse brunâtre l^3 (*Arch. de Zool. exp.*, t. I, pl. 26, fig. 6) arriver à épuisement dans les vingt-quatre heures qui suivent la fixation et la larve ne présenter encore à ce moment qu'un oozoïte et un blastozoïte. Les observations faites simultanément sur des larves vivantes, sur d'autres préalablement fixées par l'acide acétique et

(¹) *Archiv fur Naturgesch.*, 1869, deux Mémoires.
(²) *Bulletin Acad. Saint-Pétersbourg*, 1869, XIII.

dépigmentées par l'eau oxygénée et enfin sur des larves débitées en coupes minces, m'ont donné les mêmes résultats.

» De son côté, M. Lahille, dans les très importantes *Recherches sur les Tuniciers* qu'il publiait quelques jours après ma Note à l'Académie, dit : « Toutes les larves de *Pseudodidemnum cristallinum*, que j'ai recueillies à » Roscoff, ne m'ont jamais présenté, au moment de l'éclosion, que deux » individus, et par suite les espèces de Macdonald et de Giard doivent être » réunies ». Plus loin il ajoute : « Les larves des Diplosoma ([1]) ne m'ont » jamais présenté au moment de l'éclosion que deux individus, l'oozoïde » et le premier blastozoïde ».

» Les observations de ce naturaliste sont donc venues confirmer « d'une » façon éclatante » ce que j'ai dit sur la blastogénèse de l'*Astellium spongiforme*.

» Les *Astellium* et les *Pseudodidemnum* ont donc des embryons qui, à l'éclosion, ne diffèrent pas de ceux du *Diplosoma Rayneri* (Macdonald), et des phénomènes de « pœcilogonie » sont encore à trouver chez ces Ascidies composées ([2]). »

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 février 1891.

La population française; par E. Levasseur. Tome deuxième. Paris, Arthur Rousseau, 1891; 1 vol. gr. in-8°.

Les planètes et leurs satellites; par Amédée Guillemin. Paris, Hachette et Cie, 1891; 1 vol. in-16.

Les théories modernes de l'électricité. — Essai d'une théorie nouvelle; par

---

([1]) M. Lahille, avec Drasche et Herdmann, a versé dans le genre unique *Diplosoma* les deux genres *Astellium* et *Pseudodidemnum* de Giard.

([2]) Travail fait au laboratoire maritime de Saint-Vaast et au laboratoire de Malacologie du Museum, dirigés par M. Edmond Perrier.

O. LODGE. Traduit de l'anglais et annoté par M. E. MEYLAN. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Le transsaharien transatlantique; par PAUL RADIOT. Paris, Ernest Leroux, 1891; br. in-8°.

L'Anthropologie, publiée sous la direction de MM. CARTAILHAC, HAMY, TOPINARD; 1891. Tome II, n° I. Paris, G. Masson; 1 vol. gr. in-8°.

Des kystes pancréatiques; par le Dr JULES BŒCKEL. Paris, Félix Alcan, 1891; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Verneuil. — Renvoyé au concours du prix Barbier.)

Dilatation forcée du larynx dans le croup; par M. le Dr RENOU (de Saumur.) Angers, P. Lachèse et Dolbeau, 1891; br. in-8°. (Envoyé au concours du prix Barbier.)

Fabrication des tubes sans soudure. Procédé Mannesmann; par F. REULEAUX. Paris, Gauthier-Villars et fils; br. in-12.

The teaching and history of Mathematics in the United States; by FLORIAN CAJORI. Washington, Government printing office, 1890; un vol. in-8°.

Ninth annual report of the United States geological Survey to the Secretary of the Interior, 1887-1888; *by* J.-N. POWELL. Washington, Government printing office, 1889; 1 vol. in-4°.

Monography of the United States geological Survey. Volume I. Washington, Government printing office, 1890; 1 vol. in-4°.

Mineral resources of the United States. — Calendar year 1888. DAVID T. DAY. Washington, Government printing office, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin of the United States geological Survey, n° 58-63. Washington, Government pointing office, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

The origin and development of the central nervous system in Limax maximus; by ANNIE P. HENCHMAN. Cambridge, U. S. A. printed for the Museum, december 1890; br. gr. in-8°.

Recent reports to the scientific grants committee of the British medical Association; 1 vol. in-8°.

History of education Alabama 1702-1889; *by* WILLIS G. CLARK. Washington, Printing office, 1889; 1 vol. in-8°.

Den norske nordhavs-expedition. 1876-1878. XX : *Zoologi. Pycnogonidea* ved G.-O. SARS. Christiania, Grondahl et Sons Bogtrykkeri, 1891; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 12 janvier 1891.)

Note de M. *É. Mathias*, sur le théorème des états correspondants :

Page 86, lignes 27, 28 et 29, *au lieu de* $0,\overline{5994}^2$, $0,\overline{580}^2$ et $0,\overline{579}^2$, *lisez* $0,\overline{5794}^2$, $0,\overline{582}^2$ et $0,\overline{5753}^2$.